

低温・多湿環境下における筏構造敷寝具内の 温度・相対湿度・水蒸気圧

多田 千代*・高野 成子**・永坂 鉄夫***

(1989 年 6 月 15 日受理; Received June 15, 1989)

Temperatures, Relative Humidities and Water Vapour Pressures Inside and Outside of Raft-Structure Mattress while Resting in the Bed at Low Temperature and High Moisture

Chiyo TADA*, Nariko TAKANO** and Tetsuo NAGASAKA***

1. 結 言

日本海側の積雪地帯の冬は、多量の降雪に加えて低温かつ多湿、晴天日も著しく少ない。そこで、多量の天然繊維類で構成されている寝具は、太平洋側の東京の冬の寝具に較べて、吸湿量が多く、保温上、快感上、衛生上、不利な状態となりやすい。

そこで、筆者の一人は、被服衛生学の立場から、このような「低温・多湿環境下の吸湿寝具の改善」を主目標として、すでに 40 年以前から、各種視点よりの観察と実験を続行し、その一部はすでに報告した^{1)~17)}。たとえば、「もめんふとんわた」の就寝前と起床後の吸湿率変化の測定¹⁾、及び、各使用寝具重量の就寝前と起床後の測定比較²⁾とによって、「ふとんは環境の相対湿度の増加に応じて吸湿量を増す。」が同時に、「その水分は、就寝中は体温によって乾かされ、昼間、押入れ格納中に湿める。」ことを明らかにした。また、ポリ塩化ビニルシートで寝床全体を被覆し、或いは、このシートを寝具層間に挿入することによって、就寝中に人体から放散される不感蒸泄水分の寝具内の透湿方向を観察した²⁾。さらに、天日で充分に乾かして就寝した「乾燥寝具」と、それを数日間「万年床」として連続に使用した「吸湿寝具」の寝床気候を測定し、比較^{6),7)}した。寝床気候の測定には、寝具層間に温度測定用サーミスターを、相対湿度測定には、試作した塩化リチウム含浸濾紙を感湿要素として挿入し、抵抗式湿度計を用いて測定した。雪国においては吸湿の著しいふとんは、就寝直後に著しい冷湿感があり、その不快さに安眠が妨げられていたが、上記の両寝具内気候の測定・比較により、それは、就寝直後にふとんが体温であたためられるので、繊維に吸湿されていた水分

*自然科学研究部研究員, 前金沢大学教育学部家庭教室教授

**金沢大学教育学部保健教室教授

***金沢大学医学部第一生理教授

が繊維を離れて急速に人体側の空間に放出され、寝床最内層の相対湿度が、就寝初期に、一時的に、不快なまでに急上昇するためであることが明らかとなった^{6),7)}。また、ふとんに吸湿されていた水分と、就寝中に人体から放散された不感蒸泄の水分とは、蒸気圧勾配に応じて上方・下方・水平方向へと移動しているが、そのうち、下方へ移動した水分は、敷ふとんと畳の層を完全に透過せず、敷ふとんと畳の層間に停滞しやすい。これは、畳の藁層と敷ふとんのわた層の材質の密度差に基づく透湿速度差によるものであった。そのために、畳と敷ふとんの層間は、湿性カビ繁殖の好適条件に近い温湿度となっており、万年床では、容易に湿性カビが繁殖して畳、敷ふとんを腐らせる。この事実は、「寝たきり老人」や「長わづらい病人」の寝床の管理において、特に注目されなければならないことである。これに対する対応策の一つとして、最下層の敷ふとんを、筏構造のマットレスに取りかえることが有効であることをすでに報告¹³⁾した。筏構造のマットレスは、就寝によってその厚みが圧縮されず、表面の凹凸によって、人体から下方へ放散する水分を、就寝者の背面に添って平面的に、容易に拡散させることができるからである。

以上の既報告^{11)~17)}は、雪国において、日本式住宅で就寝している人々の現状を実測したものが主体であった。したがって、データは一例報告的なものが多かったが、そのようなデータの集積も、雪国の実態を明らかにする上で貴重なものと考えたからである。

本報は人工気象室における低温・多湿環境下で、重量計付きのベッドの上に筏構造マットレスを敷き、その上に寝具を置いて寝床を組み、数名の被験者を順に就寝させ、その敷寝具側の測定点 18 部位の温度・相対湿度を「記録装置付き温湿度変換器」を使用して連続に記録測定し、その値から水蒸気圧を算出した。同時に、就寝中の人体、並びに寝具の重量変化の測定、サーモグラフィによる寝具最表面の温度変化の様相も観察した。これらの結果を既報^{11)~17)}と比較し考察した結果、より有用な知見が得られたのでここに報告するものである。

2. 実 験

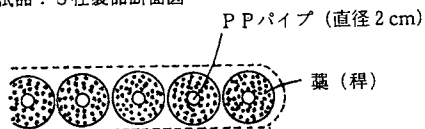
2-1 供試「稲藁製筏構造マットレス」

本報に用いた筏構造マットレスの材質・構造を、既報¹³⁾に用いたものと比較して図-1に示した。既報¹³⁾で用いた図-1の(ロ)は、円柱体が硬質ウレタンフォームで作られており、非吸湿性の合成樹脂製品であった。本報に用いた図-1の(イ)は、細い合成樹脂製のパイプを稲藁(枯葉を除去した稈)で固く取り巻き、円柱体としている。稲藁は使用に先立って二硫化炭素を用いて燻蒸してある。この円柱体6本を、図-1の(ウ)に示したように結束して厚地綿布の側布に包み、これを3組連結して一枚の「稲藁製筏構造マットレス」(長さ:196 cm, 幅 92 cm, 厚さ 11 cm)としている。体重のかかる就寝時の背面圧縮厚さは 10 cm 強である。わた入れ敷ふとんの圧縮度に較べれば、圧縮は極めて少ない。

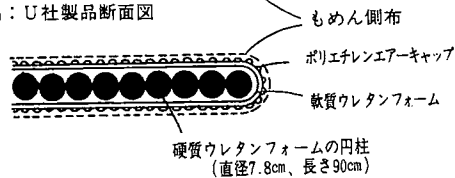
2-2 就寝者(被験者)

被験者となる就寝者は健康な女子大学生 6 名、男子大学生 1 名の合計 7 名で、表 I に年齢・体格

(イ) 本報供試品：S 社製品断面図



(ロ) 既報供試品：U 社製品断面図



(ハ) 筏構造模式図… ((イ)の場合)

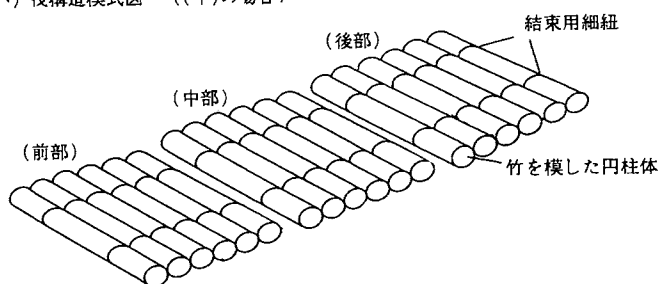


図 1 筏構造の敷寝具(マットレス)

などを示した。昼間は平常通りの大学生生活をし、夜間、人工気象室で就寝した。人工気象室に入室する前の約 60 分間は、その前室ではほぼ安静な状態を保った。入室前の生理的諸測定は行わなかった。

表-1 就 寝 者

| 就寝者記号 | | 性 | 年齢 | 身長 | 体重 | 胸囲 | その他 |
|-------|----|---|----|-------|------|----|---------|
| | | | 歳 | cm | kg | cm | (全員大学生) |
| 1 | M | 女 | 18 | 158 | 46.2 | 78 | |
| 2 | N | 女 | 19 | 154 | 47.2 | 79 | |
| 3 | A | 女 | 21 | 151.5 | 58.5 | 83 | |
| 4 | Y | 女 | 18 | 159 | 55.1 | 81 | |
| 5 | Tu | 女 | 22 | 155 | 54.8 | 85 | |
| 6 | Ki | 女 | 19 | 161.3 | 54.7 | 84 | |
| 7 | Mu | 男 | 20 | 160 | 60.8 | 88 | |

2-3 人工気象室の温湿度条件と就寝者

本測定のための人工気象室の温湿度条件と就寝者の記号を表-2に示した。床就寝者とは、人工気象室内で、ベッドの隣りの床上に、ベッド就寝者と同種の寝具で寝床を整え、この中で、ベッド就寝者と同じ時刻に就寝し、起床する。2-5で後述するように、就寝前と起床後の、敷寝具の重量の増減を測定するためである。

表-2 人工気象室の温湿度条件と就寝者

| 測定年月日 (1988年) (夜) (朝) | 人工気象室*の条件 | | | 就 寝 者 | |
|------------------------------------|-----------|-------------|--------------|------------------|-----------------|
| | 温 度 °C | 相対湿度 %RH | 水蒸気圧 mmHg | ベッド就寝者 (記号) | 床 就 寝 者 (記号) |
| (月.日) (月.日) 9. 3~9.20 (予備実験) | 20 | 70 | 12.1 | M A N ⋮ | なし |
| 9.23~9.24 | 10 | 70 | 6.4 | N | Mu |
| 9.24~9.25 | 10 | 70 | 6.4 | A | Tu |
| 9.25~9.26 | 10 | 80 | 7.3 | A | Tu |
| 9.26~9.27 | 10 | 80 | 7.3 | M | Ki |
| 9.27~9.28 | 10 | 80 | 7.3 | Y | Ki |
| 9.28~9.29 | 10 | 85 | 7.7 | N | Mu |
| 9.29~9.30 | 10 | 85 | 7.7 | M | Y |

*金沢大学医学部第一生理学教室の人工気象室
(幅：3m, 奥行き：6m, 高さ：2.5m)

2-4 就寝状態と温湿度測定部位

人工気象室内にセットされたベッド（ポッター型ベッドスケール）上に稲藁製筏構造マットレスを敷き、その上に供試寝具を重ねて整えた寝床と、敷寝具層の18部位の温湿度測定部位を図-2に示した。

測定部位の記号は、Iはベッドの中央部で人体の真下、IIはベッド幅×1/4の端部である。次の小さい添え字、I₋₀の₋₀は上腹部の真下を示している。次のI₋₁は、I₋₀より40cm足先側へ、I₋₂はI₋₁よりもさらに50cm足先側へ離れた位置である。その次の小さい添え字、上、中、下は、人体側が上、それよりベッド側へ下がって中、下と示されている。これら測定点の固定位置は、筏構造マットレスの円柱体と円柱体の間部分である。それは、ここにとりつけた温湿度測定用の先端センサー平型が就寝者の体重で破壊されたり、また皮膚を刺戟したりすることのないように配慮したものである。各就寝者はI_{-0-上}が各自の上腹部の真下にくるように寝床内の就寝位置を定めた。したがって、身長の大小により、I_{-1-上}、I_{-2-上}の位置は図-2の人体図とはややずれることもあり得

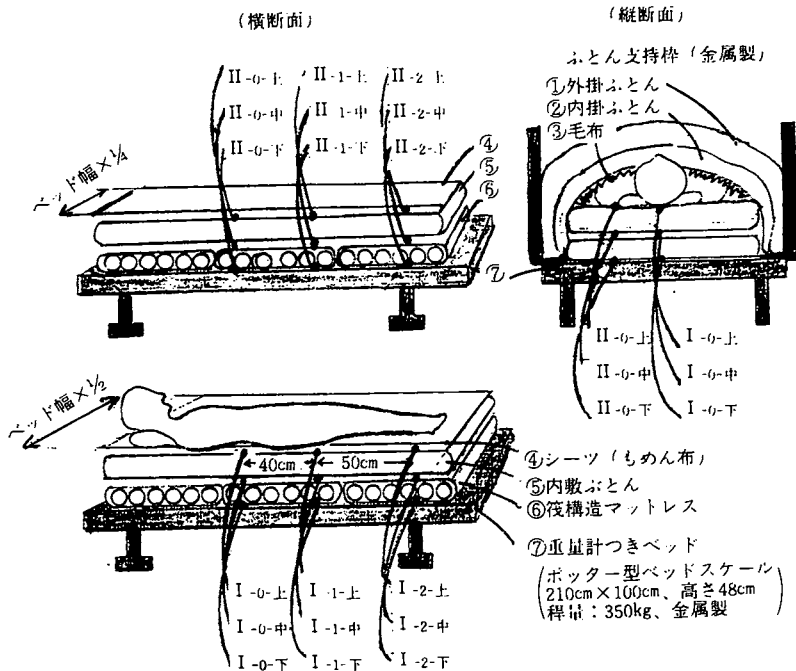


図2 ベッド上の就寝状態と温湿度測定部位

る。就寝中に掛ぶとんがベッドから落ちないように、ベッドの左右と後側に「ふとん支持棒」をとりつけた。

2-5 供 試 寝 具

本実験に用いた供試寝床と各寝具の組立て方の概略はすでに図-2 に示したが、その①～⑥の各寝具の素材・重量・サイズ等を表-3 に示した。①，②，③の掛寝具は既報^(1),2,7)とは異なり、すべて合成繊維系製品とした。敷寝具の⑤は就寝時に人体に最も接するので、吸湿性良好な木綿わた入りの内敷ぶとんが望ましい^(16),17)が、最近多く市販されているポリエステルわた 30% 混入の製品を用いた。これら表-3 の供試寝具は 2 組用意し、表-2 に示した「ベッド就寝者」と「床就寝者」は同品質のものを使用した。ベッド就寝者の敷寝具⑤，⑥には、18 部位に温湿度測定用の先端センサー平型 (12 mm×20 mm，厚さ 4 mm) が取り付けられ固定されているので、敷寝具の重量測定はできない。就寝前後の敷寝具の重量変化は「床就寝者」の敷寝具で行った。

①～⑥の寝具は、夜間の就寝実験が終了した後、そのまま放置し、昼間、人工気象室の温湿度と平衡状態になるよう、①，②，③，④⑤，⑥，⑦の間隙に空気が流入するように配慮した。7 日間の実験中、就寝者が交替しても寝具は同じものを用いたので、就寝者が身につける「木綿のねまき」，「ふとん衾カバー」，「枕」は、就寝者の個人用品を使用した。

表-3 供 試 寝 具

| 寝具種類 | | 品 名 | 中わた素材 | 側 布 地 | 重 量* 〔中わた〕 と側布 | サイズ (幅) (長さ) |
|--------------------------------|--------------|----------------------|---|--|--|---|
| 掛寝具 | ** ①外掛ぶとん | 合成繊維掛ぶとん | ポリエステルわた： 100%, 2.4kg入り | 平織： ポリエステル85% 木綿 15% | 約3,080g | 側布サイズ： 190×210cm 仕上りサイズ： 175×195cm 仕立て方： 額付き、樹目式 キルティング加工 |
| | ②内掛ぶとん | 同 上 | 同 上 | 同 上 | 同 上 | 同 上 |
| | ③毛 布 | アクリル毛布 | レーヨンわた 50% ポリエステルわた 50% 合計0.4kg入り | 表地： アクリル 100% 裏地： アクリル 80% ポリエステル20% | 約2,090g | 140×195cm |
| (木綿のねまきと衾カバー、及び枕は、就寝者の個人用品を使用) | | | | | | |
| 敷寝具 | ④シ ー ツ | もめんシーツ | | 木綿樹目織 | 合計 約5,430g | |
| | ⑤内敷ぶとん | ポリエステルわた 混入木綿敷ぶとん | 木綿わた 70% ポリエステルわた 30% 合計3.8kg入り | 木綿朱子織 | | 仕上りサイズ： 102×200cm |
| | ⑥筏構造マットレス | 稲藁製筏構造 マットレス | (図-1 参照) | 厚地木綿斜文織 | 前部：約5,850g 中部：約5,910g 後部：約5,920g | 仕上りサイズ： 92×196cm 厚さ：11cm |

* 実験開始前、20℃、70%室内における重量である。

** ①～⑥は、図-2 に示した寝具の番号である。

2-6 実 験 手 順

実験は次のように進めた。

- 1) 「ベッド就寝者」、「床就寝者」は就寝 60 分前に前室 (20℃、70～72%) に入室する。
- 2) 前室において、「ベッド就寝者」は用いる掛寝具①, ②, ③の重量測定、「床就寝者」は掛寝具①, ②, ③, 敷寝具④⑤, ⑥ (前部, 中部, 後部別に) の重量を測定する。寝具重量測定には、秤量 10 kg, 最小目盛 5 g の上皿天秤 (不等比皿手動はかり) を使用した。寝具重量測定後に各寝床を整え、就寝までの時間を安静に過ぎた。
- 3) 就寝者 2 名とも、表-2 のように温湿度の定まった人工気象室 (恒温恒湿室, 型式: TBL-6-S) に入室し、各寝床内で就寝した。就床後、ベッド就寝者の左側 1 m の上方 1.5 m より、医用サーモグラフィ (インフラアイ 160, 富士通) を用いて、掛寝具①の最表面の上腹部に対応する部分の温度分布を約 60 分、前室において観察した。また、同じく右側斜後方 1 m の上方 1.5 m よりビデオカメラ (AVC-1150G) を用いて、ベッド就寝者の「体動」の様相を約 360 分録画した。
- 4) 前室において、ポッター型ベッドスケールの荷重の指示変化により、就寝中の「体重と寝具の重量の和の減少」を記録した。

5) 敷寝具 18 部位の温度・相対湿度の測定には、「記録装置付き温湿度変換器」(日本工学, KH 313 型, EG 1-6, MSN 型) を使用した。前室の記録計に、打点間隔: 2 分で同時打点される。

6) 翌朝、就寝者は起床し、前室において、2) に記述したと同様に、用いた寝具の重量を測定した。その後、寝具を人工気象室の定位置に戻し、2-5 で述べたように、①, ②, ③, ④⑤, ⑥, ⑦の各層間に人工気象室の空気が流入するように間隙を空けて置き、その日の実験を終了した。

3. 実験結果および考察

温度 10°C で、相対湿度 70% が 2 回、80% が 3 回、85% が 2 回の、合計 7 回、人工気象室のポッター型ベッドスケール上の寝床で就寝者が就寝したその敷寝具間 18 測定部位の、「相対湿度一時間曲線」、「温度一時間曲線」を、中心部と端部に分けて図 3-1、図 3-2 から図 9-1、図 9-2 までの 14 枚に示した。就寝後から 1 時間毎の温度と相対湿度値から定法に従って算出した「水蒸気圧一時間曲線」も各図の下段に併せ示した。また、就寝中のベッド荷重、すなわち、「寝具および体重の和の減少」実態は図-10 に示した。就寝者の足部後方の右側斜上方より、就寝者の外掛ぶとんの動きをビデオカメラで録画した。就寝中の「体動」を外掛ぶとんの動きから推定しようとしたものであり、就寝者 M, Y, N, M についての結果を図-11 に示した。

写真の 1 は、サーモグラフィにより、就寝者の頭部左側斜上方より、就寝者の外側掛けぶとん表面の温度分布を撮影したものの一部である。その部位は胸、上腹部の周辺であり、図-11 の①, ②の部位にあたる。

3-1 供試寝具・寝床の寝心地、「目覚め感」

就寝者の「起床時の目覚め感」は、いずれも「保温良好」、「あたたかかった」であったが、10°C、80% における就寝者 M は、「夜中に、人工気象室内の送風のための機械音で眼覚め、熟睡できない時間帯があった…」との感想を述べた。M は、図 6-2 の II 上段の、「相対湿度一時間曲線」の変動が大きい。また、図-11 の最下図、M (10°C, 80%) の「体動」頻度が、就寝後 2~4 時間近辺に多い。図-10 の中央の図、M (10°C, 80%) の、「就寝時間—ベッド荷重減少曲線」の変動も、他者に較べて特に大きい。これらは、先述した M の感想とよい一致を示している。

「寝具・寝床の快適性」は、寝具研究にとって極めて重要な事項である。すでに、就床直後（人眼前）の「寝心地」⁷⁾、「起床時の目覚め感」などの感覚評価と、睡眠中の脳波や「寝返り」の体動、体温、皮膚温、エネルギー代謝などの生理的反応による評価などが試みられているが、いずれも間接的、一面的な評価に過ぎず、「真の評価法の確立」は今後の課題として残されている現状である。

本報では、すでに 2-5 で述べたように、掛寝具の①, ②, ③はすべて非吸湿性の合成繊維製品を用いた。また敷寝具のうち⑥は、人体に接する面にも凹凸があるので、その凹凸感を柔げる目的で④と⑥の間に内敷ぶとん⑤を挿入した。そのような組合せの寝床であるので、「寝心地」を聞き出すことも重要な目的であった。今回は、評価事項を多くすると、就寝者の緊張が増し、不適當であることが予備実験で確認されたので、「起床時の目覚め感」を聞くにとどめた。⑥の凹凸感を不快とす

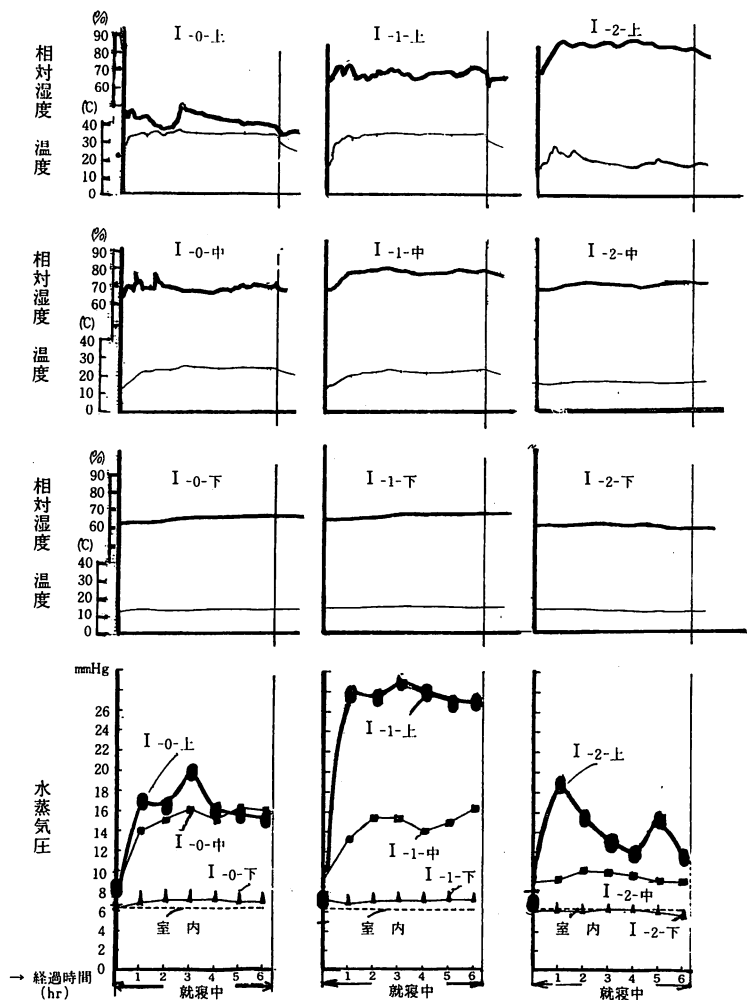


図 3-1 中心部の測定部位 (9 部位) の温度・相対湿度・水蒸気圧曲線
— 被験者 N・人工気象室 (10°C, 70%RH)・9 月 23 日 —

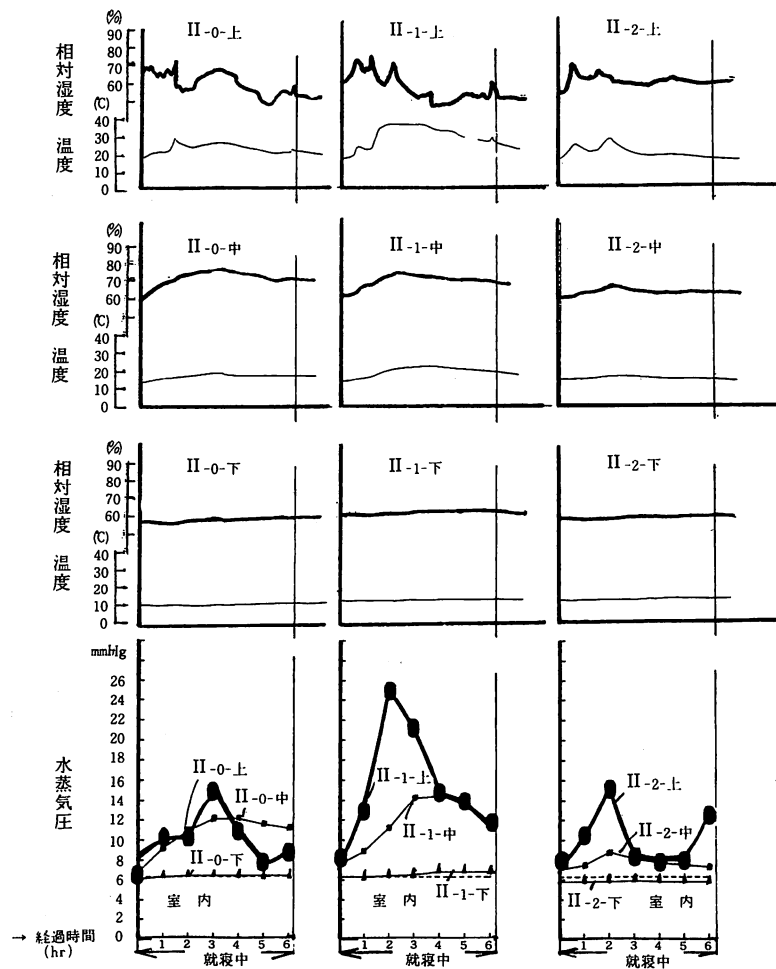


図 3-2 端部の測定部位 (9 部位) の温度・相対湿度・水蒸気圧曲線
— 被験者 N・人工気象室 (10°C, 70%RH)・9 月 23 日 —

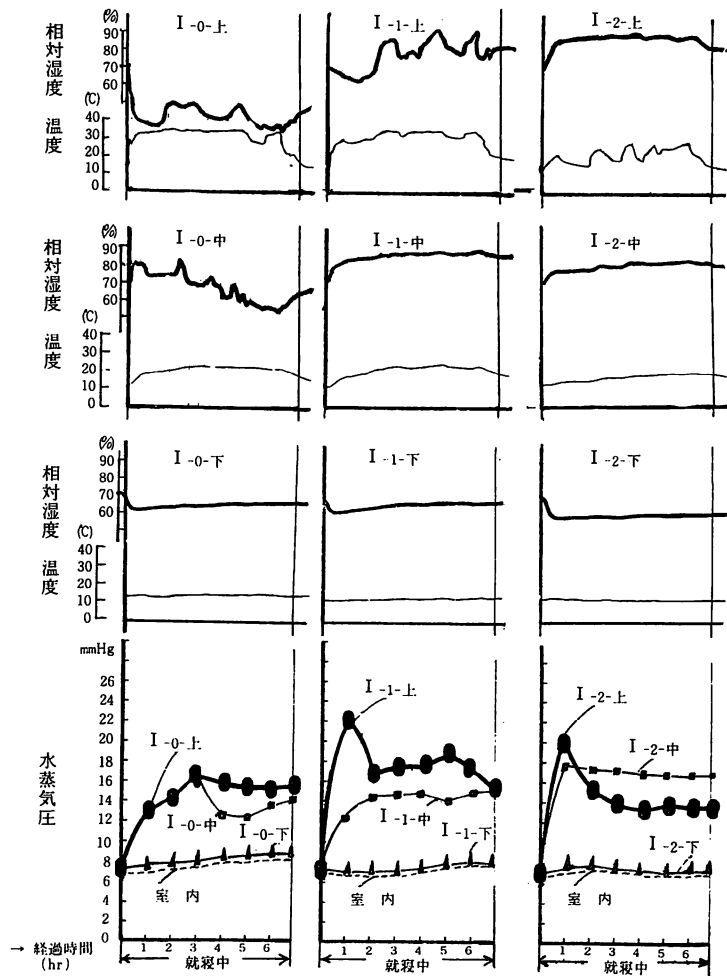


図 4-1 中心部の測定部位(9 部位)の温度・相対湿度・水蒸気圧曲線
—被験者A・人工気象室(10°C, 70%RH)・9月24日—

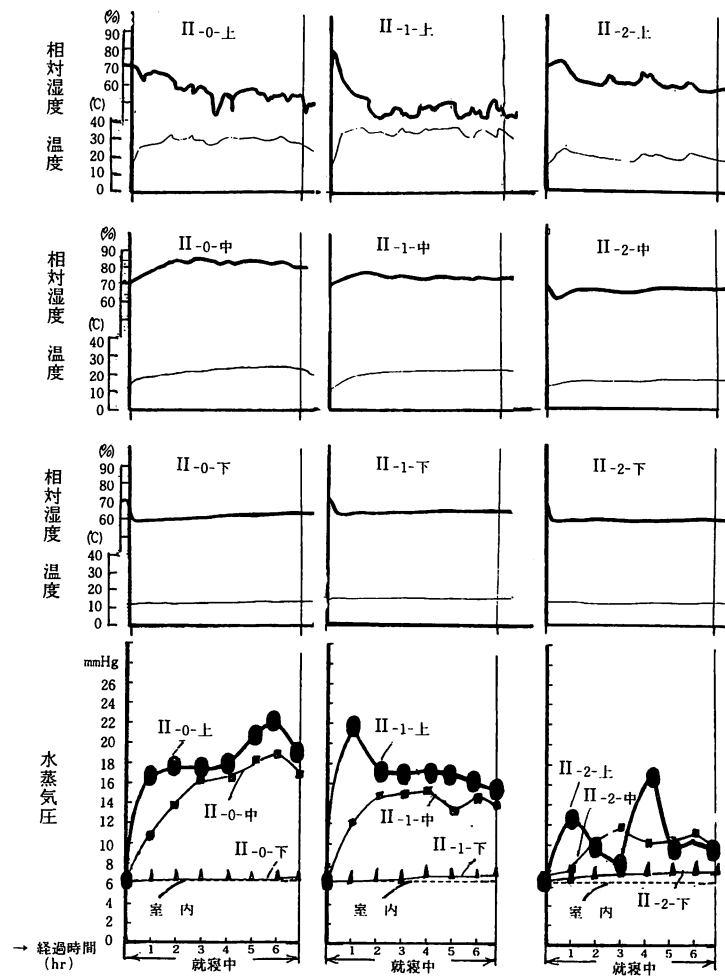


図 4-2 端部の測定部位(9 部位)の温度・相対湿度・水蒸気圧曲線
—被験者A・人工気象室(10°C, 70%RH)・9月24日—

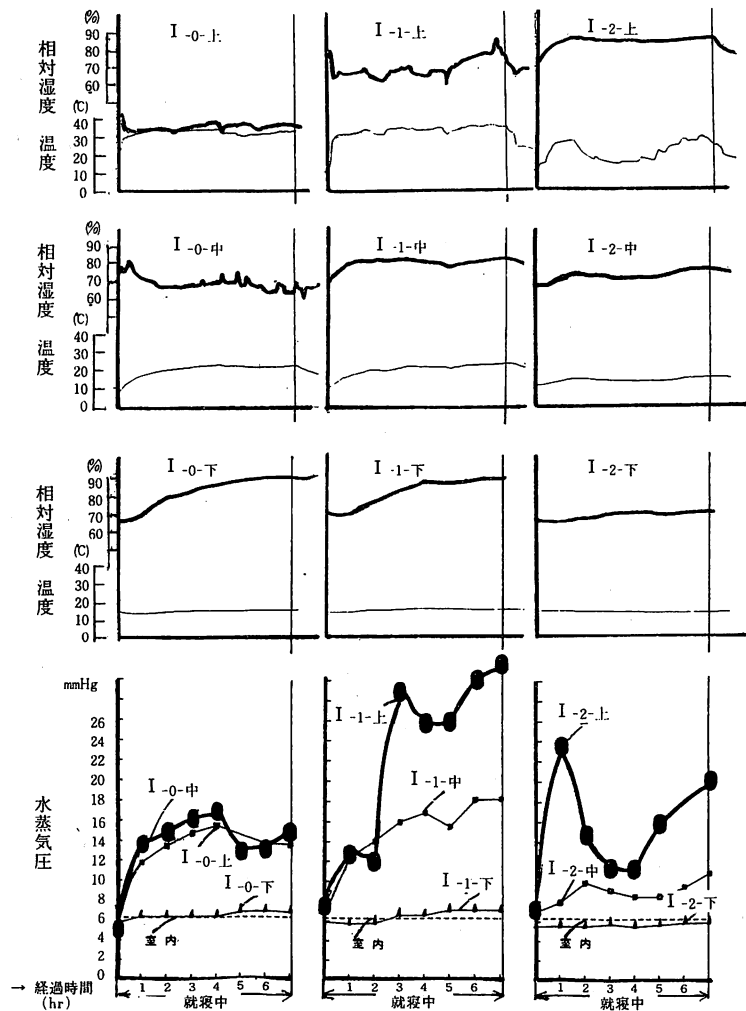


図 5-1 中心部の測定部位(9 部位)の温度・相対湿度・水蒸気圧曲線
—被験者A・人工気象室(10°C, 80%RH)・9月25日—

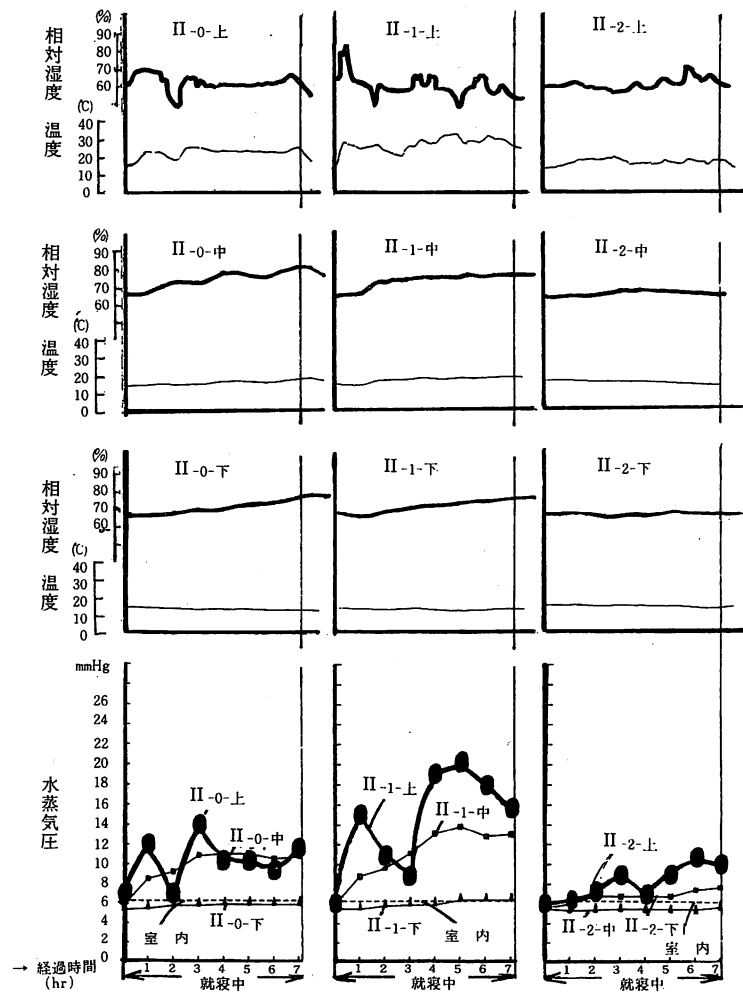


図 5-2 端部の測定部位(9 部位)の温度・相対湿度・水蒸気圧曲線
—被験者A・人工気象室(10°C, 80%RH)・9月25日—

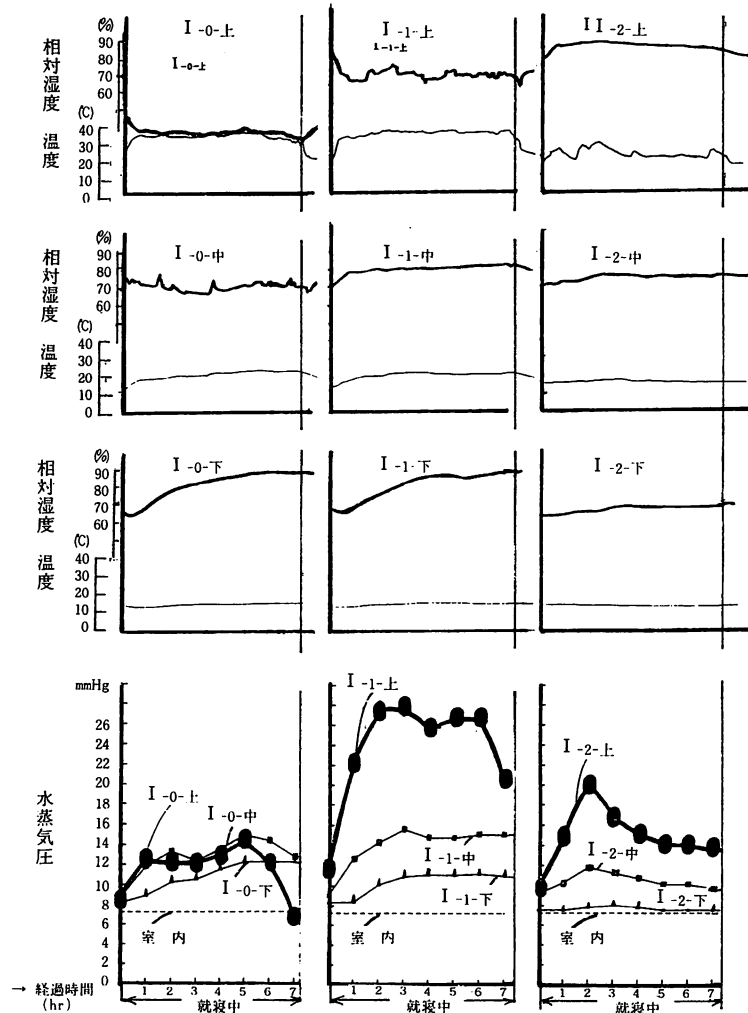


図 6-1 中心部の測定部位(9 部位)の温度・相対湿度・水蒸気圧曲線
—被験者M・人工気象室(10°C, 80%RH)・9月26日—

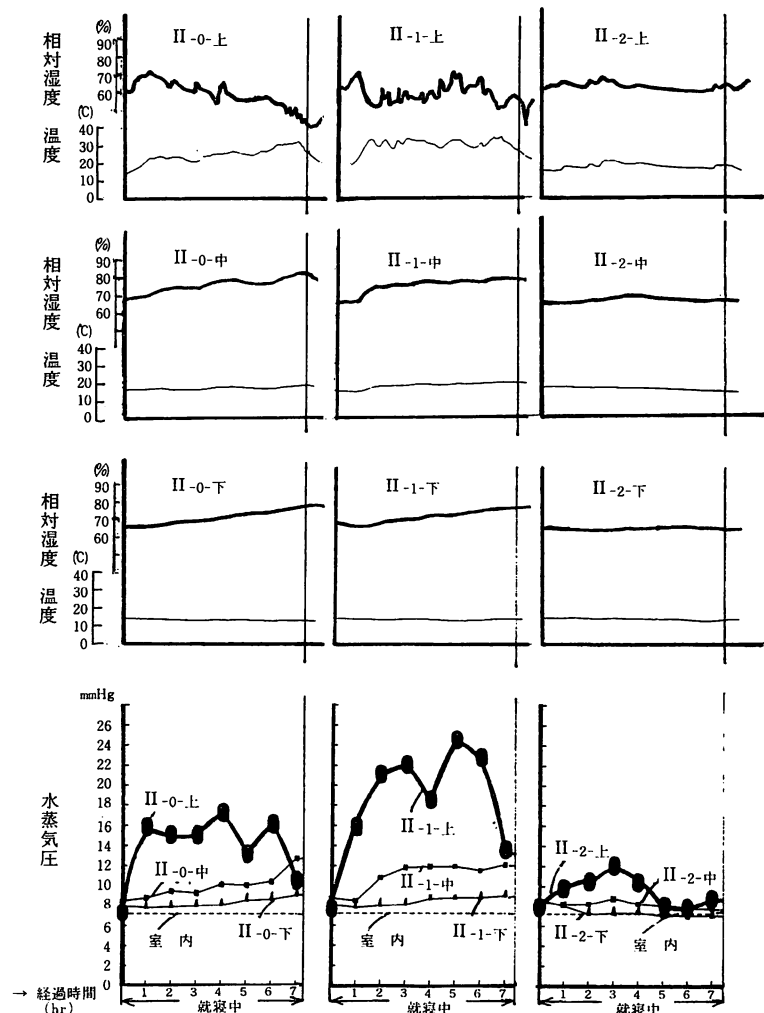


図 6-2 端部の測定部位(9 部位)の温度・相対湿度・水蒸気圧曲線
—被験者M・人工気象室(10°C, 80%RH)・9月26日—

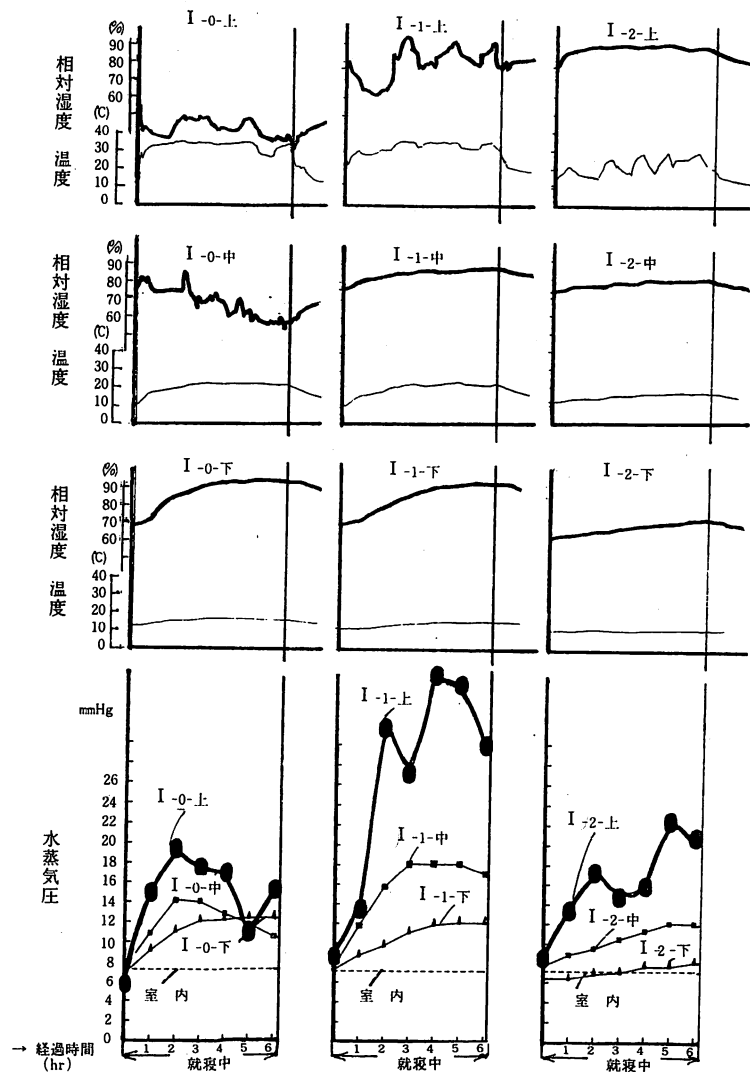


図7-1 中心部の測定部位(9部位)の温度・相対湿度・水蒸気圧曲線
—被験者Y・人工気象室(10°C, 80%RH)・9月27日—

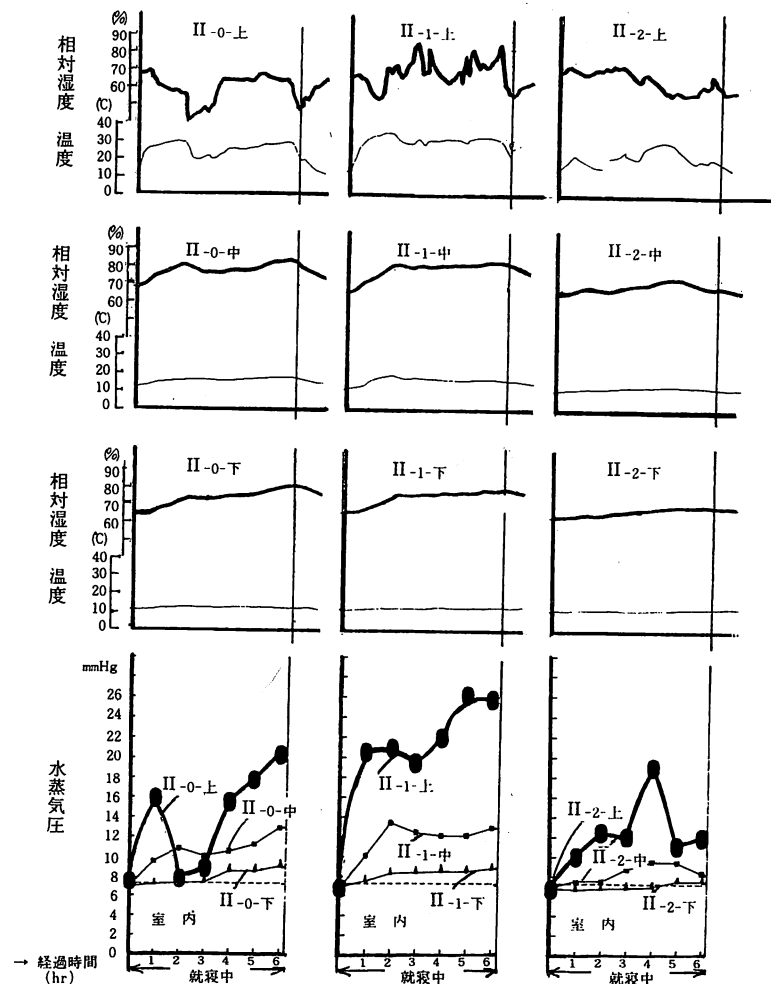


図7-2 端部の測定部位(9部位)の温度・相対湿度・水蒸気圧曲線
—被験者Y・人工気象室(10°C, 80%RH)・9月27日—

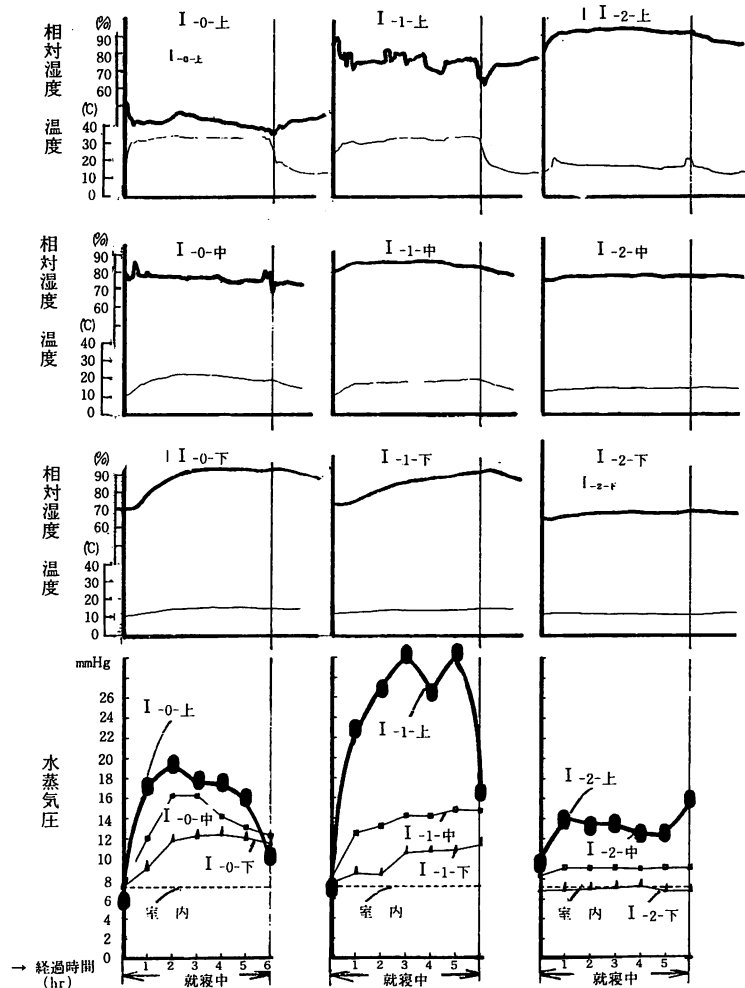


図8-1 中心部の測定部位(9部位)の温度・相対湿度・水蒸気圧曲線
—被験者N・人工気象室(10°C, 85%RH)・9月28日—

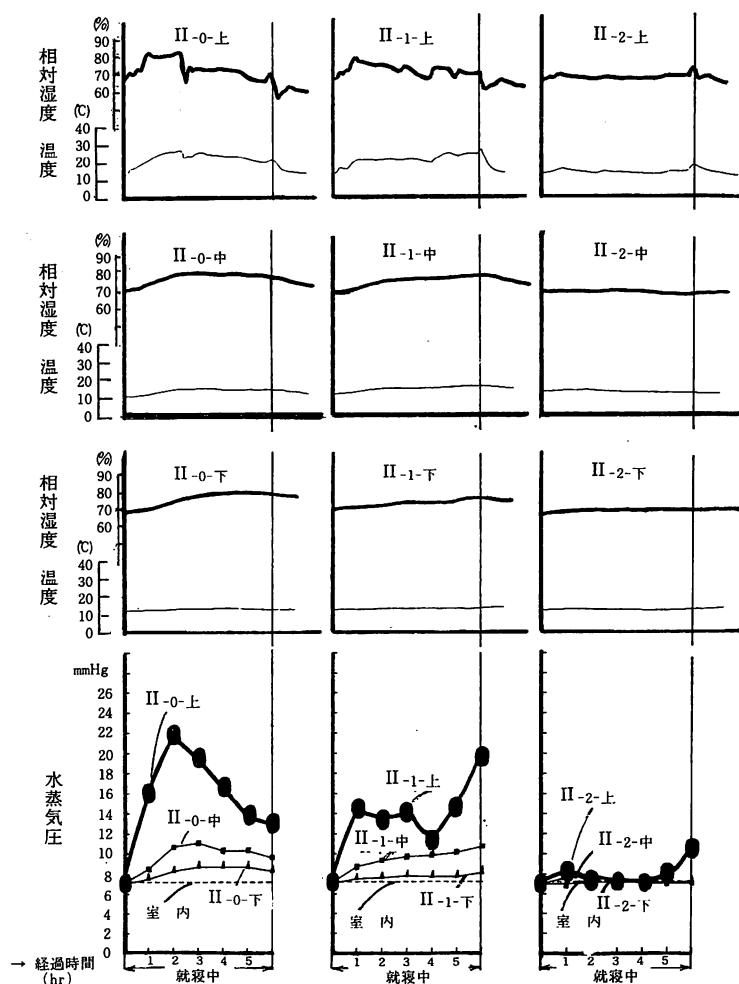


図8-2 端部の測定部位(9部位)の温度・相対湿度・水蒸気圧曲線
—被験者N・人工気象室(10°C, 85%RH)・9月28日—

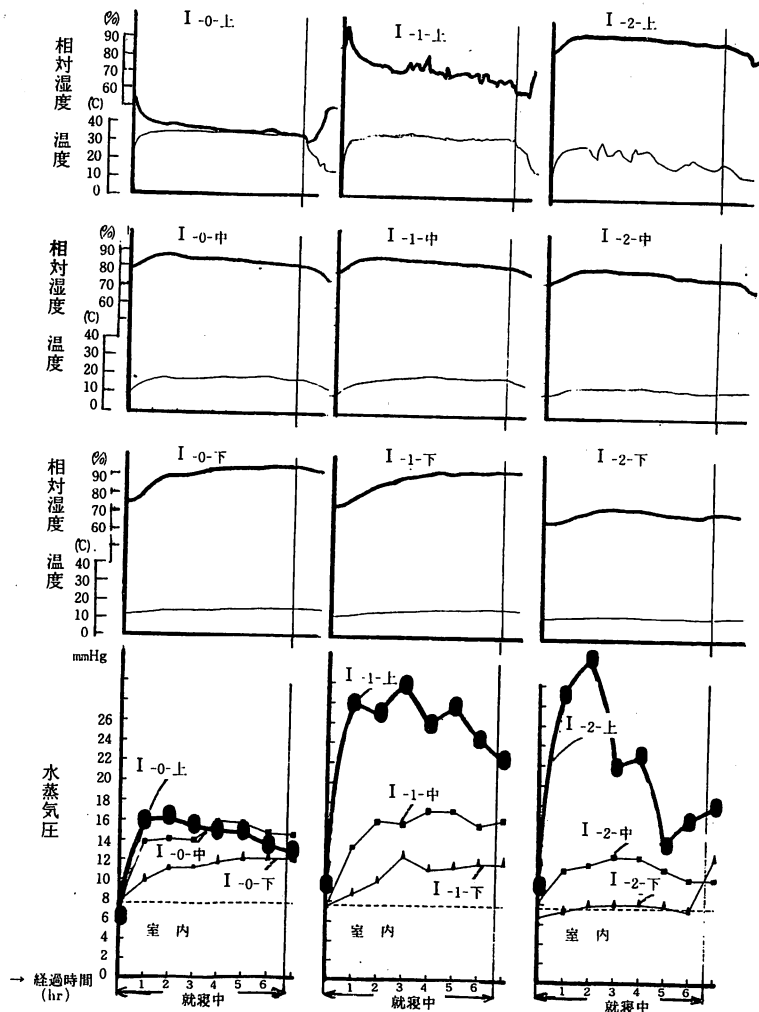


図 9-1 中心部の測定部位 (9 部位) の温度・相対湿度・水蒸気圧曲線
—被験者M・人工気象室(10°C, 85%RH)・9月29日—

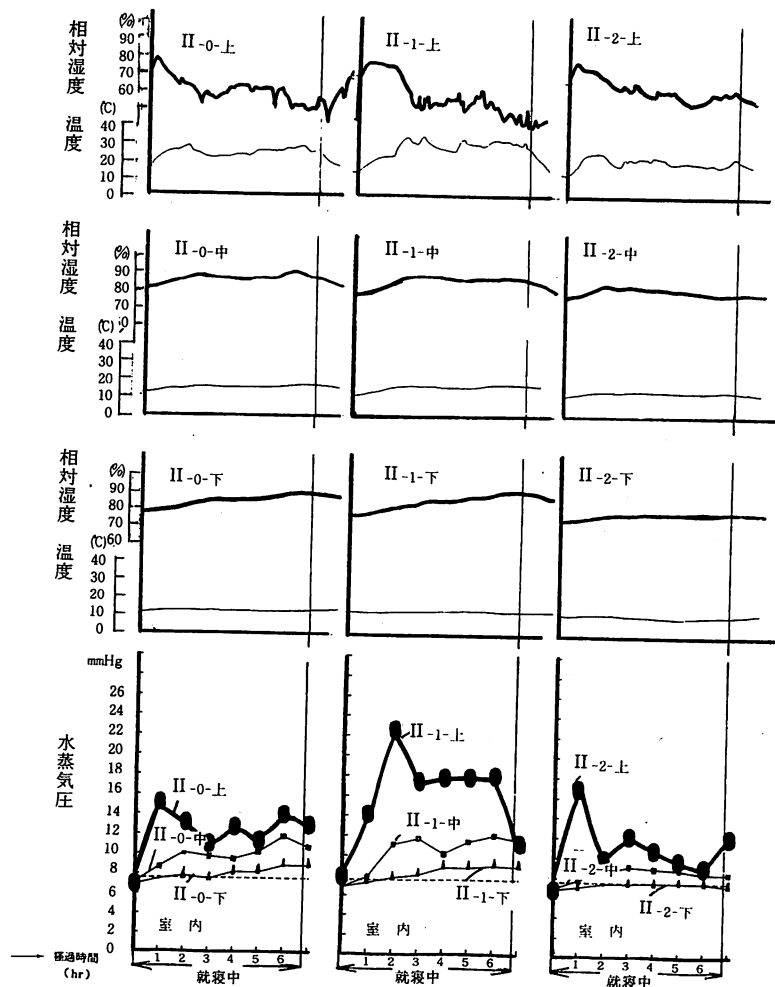


図 9-2 端部の測定部位 (9 部位) の温度・相対湿度・水蒸気圧曲線
—被験者M・人工気象室(10°C, 85%RH)・9月29日—

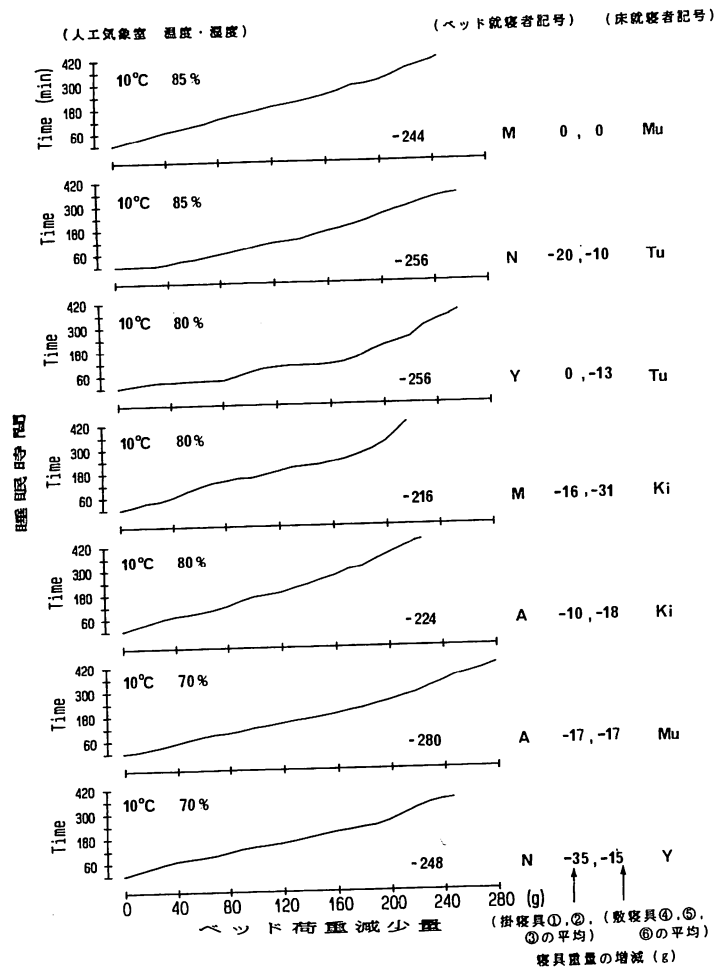


図10 就寝中のベッド荷重(寝具と体重)の減少

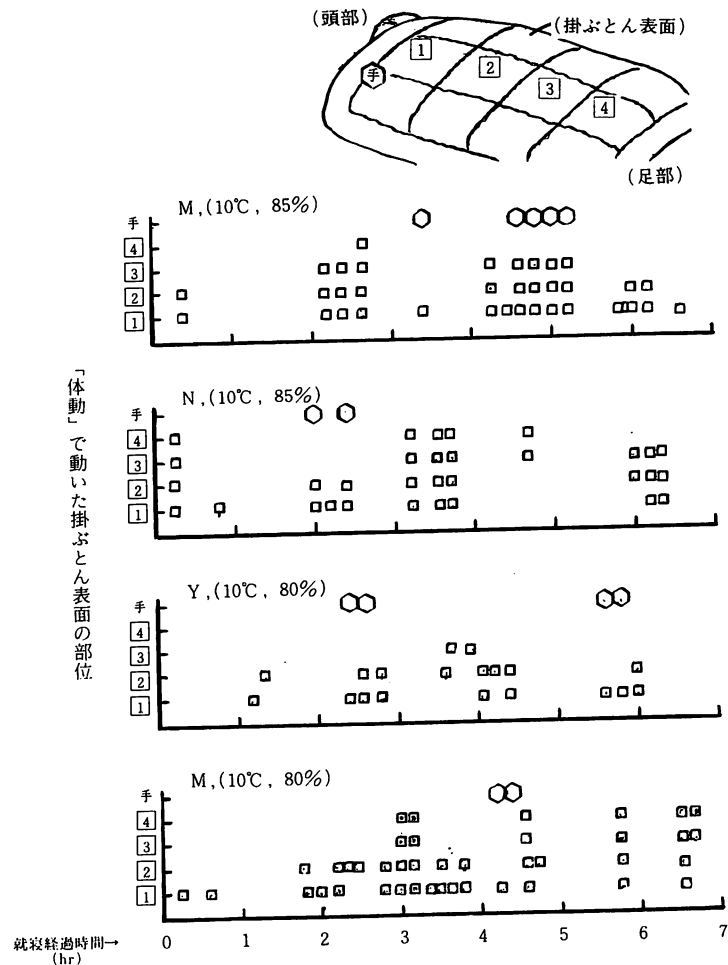


図-11 人工気象室における就寝者, M, Y, N, Mの「体動」による掛ぶとんの動き

—就寝者の後方, 斜上方よりビデオ録画—

就寝経過時間：

(10分)

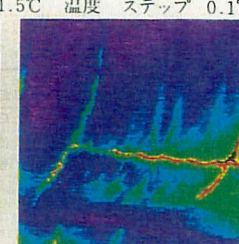
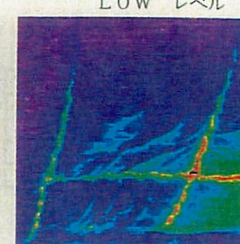
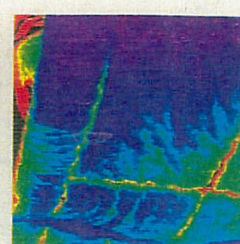
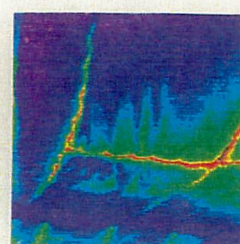
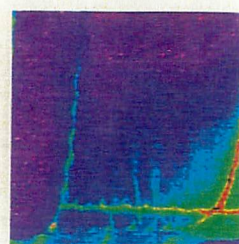
(25分)

(40分)

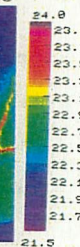
(55分)

(70分)

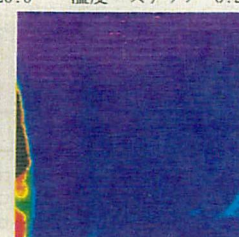
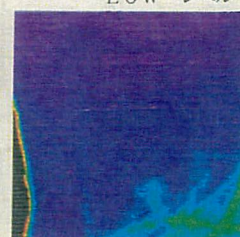
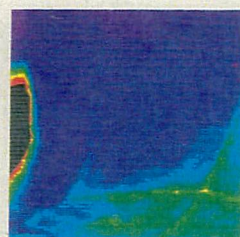
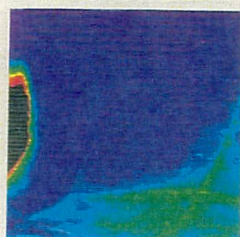
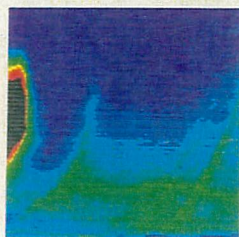
(1)
(人工気象室 温度 湿度)
20℃, 70%
(就寝者)
M
(女, 18歳)



LOW レベル 21.5℃ 温度 ステップ 0.1℃



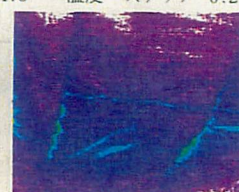
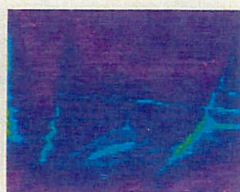
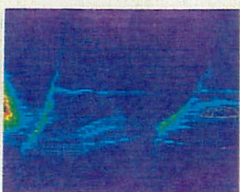
(2)
10℃, 70%
N
(女, 19歳)



LOW レベル 20.0 温度 ステップ 0.2



(3)
10℃, 80%
Y
(女, 18歳)



LOW レベル 14.3 温度 ステップ 0.2



写真1 サーモグラフィによる外掛ぶとん表面の温度分布
—就寝者の頭部左側斜上方より 胸, 上腹部周辺の表面を撮影—

る就寝者はなく、この「①～⑥の組合せの寝床の保温性」も、10℃、70～85%の低温・多湿環境においてほぼ充分なものであることが確認された。

3-2 最内空気層の相対湿度変化

人体は低温・多湿の環境で冷湿な不快感を持ち易い。すでに「木綿わた入りふとん」の就寝実験でこの事実を確認した⁷⁾。その実験では、今回の実験の上腹にあたる I_{-0-上}、I_{-0-中}、I_{-0-下}の敷寝具側と、それに対応する掛寝具側とを調べたのみであった。今回は敷寝具側だけではなく、下半身の腰部、足部および人体の真下と端側とに測定部位が拡大してある。それらの就寝中の、人体側の最内空気層の相対湿度を定常状態域で比較した結果は次の通りであった。

$$\begin{array}{lll} \text{I}_{-0-上} \ll \text{I}_{-1-上} < \text{I}_{-2-上} \\ 40\sim 50\% & 70\sim 80\sim 90\% & 85\sim 90\sim 95\% \\ \text{II}_{-0-上} \approx \text{II}_{-1-上} \leq \text{II}_{-2-上} \\ 50\sim 60\sim 70\sim 80\% & & 60\sim 70\% \end{array}$$

I_{-0-上}の相対湿度は著しく低く、乾燥状態である。これは既報の測定結果⁷⁾と一致している。これに対し、I_{-1-上}とI_{-2-上}の相対湿度が著しく高いことが本実験で明確となった。経験上、寝具の冷湿感を最も早く感じるのは足部である事実と、これもよく一致している。上記したようにI_{-1-上}とII_{-0-上}、II_{-1-上}の相対湿度一時間曲線の変動が大きい。10～20分間に相対湿度が平均10%、多い場合は20～30%上下した場合もある。これは、図-11に示した「体動」による寝床内の人体の動きが影響を及ぼしている」と見てよい。

以上の現象は7日間の就寝実験においていずれにも共通に認められた現象である。なお、人工気象室の相対湿度は表-2に示したように、70%が2日間、80%が3日間、85%が2日間と増加させた。その影響はI_{-2-上}の湿度の上昇に認められた。すなわち、人工気象室の相対湿度が70%の場合は、I_{-2-上}の定常状態の相対湿度は85%、人工気象室が85%に増加するとI_{-2-上}のそれは95%近くまで上昇した。

3-3 敷寝具層間の水蒸気圧

図3-1から図9-2までに示した水蒸気圧は、前述したように、就寝後1時間ごとの、各測定点の温度と相対湿度値から定法に従って算出したので近似的な値であるが、各測定点の水蒸気圧、並びにそれらの水蒸気圧勾配の概要はよく示しているものと考えられる。

上腹部、腰部、足部の測定部において、水蒸気圧の大小関係は次のようである。

上下方向では、

$$\begin{array}{l} \text{I}_{-0-上} \gtrsim \text{I}_{-0-中} \gg \text{I}_{-0-下} \approx \text{室内} (70\sim 80\% \text{の場合}) \\ \text{I}_{-0-下} > \text{室内} (80\sim 85\% \text{の場合}) \\ \text{I}_{-1-上} \gg \text{I}_{-1-中} \gg \text{I}_{-1-下} \approx \text{室内} (70\sim 80\% \text{の場合}) \\ \text{I}_{-1-下} > \text{室内} (80\sim 85\% \text{の場合}) \\ \text{I}_{-2-上} > \text{I}_{-2-中} > \text{I}_{-2-下} \approx \text{室内} (70\sim 80\sim 85\% \text{の場合}) \end{array}$$

$II_{-0-上} \approx II_{-0-中} \gg II_{-0-下} \approx \text{室内}(70 \sim 80\% \text{の場合})$

$II_{-0-下} > \text{室内}(80 \sim 85\% \text{の場合})$

$II_{-1-上} \gg II_{-1-中} \gg II_{-1-下} \approx \text{室内}(70 \sim 80\% \text{の場合})$

$II_{-1-下} > \text{室内}(80 \sim 85\% \text{の場合})$

$II_{-2-上} > II_{-2-中} > II_{-2-下} \approx \text{室内}(70 \sim 80 \sim 85\% \text{の場合})$

水平方向では、

$I_{-0-上} \ll I_{-1-上} \gg I_{-2-上}$

$II_{-0-上} \ll II_{-1-上} \gg II_{-2-上}$

$I_{-1-上} \gg II_{-1-上}$

すなわち、就寝中に主として人体皮膚面から下方に向けて放散される不感蒸泄の水分は、図-2に示したシーツ④、内敷ぶとん⑤を透過して稲藁製筏構造マットレス表面に到達し、その多くはマットレスの凹部を平面的に拡散して室内へ放散されるとみることができる。しかし人工気象室内の相対湿度が上昇して80~85%となると、上記のように、筏構造マットレス⑥と金属性ベッド⑦の層間の凹部の相対湿度が上昇している。したがって、このマットレス下面の凹部をも平面的に拡散して室内へ放散されているとみることができる。今回は吸湿性の全くない金属性ベッド上に⑥を敷いたが、一般の生活で吸湿性のある畳・板上に⑥を敷いた場合には、下方への透湿も可能であり、さらに筏構造マットレスの上面・下面の凹部による平面拡散も一層容易になると考えられる。

また、上記のように上腹下側よりも腰部の水蒸気圧が著しく高い。すなわち、腰部周辺に水蒸気量の多いことが、本実験で明確となった。

3-4 ベッド荷重（寝具と体重）の減少

本実験の、6~7時間就寝中のベッド荷重の減少量をまとめて図-10に示した。この減少量は、人体からの不感蒸泄と寝具重量の変動の和である。寝具重量の変動は2-5、および2-6の2)、6)の方法で調べ、その結果を図-10の右側に示した。寝具重量は本実験においても明らかに減少した。なお、その減少の度合いは、人工気象室が10°C、70%の場合は大きく、10°C、85%と相対湿度が上昇するにつれて小さくなった。これらの結果は既報^{1),2)}の結果とよく一致している。

3-5 外掛ぶとん表面の温度分布

写真1の(1)は、予備実験において、20°C、70%の人工気象室でサーモグラフィによる、就寝者Mの外掛ぶとん（内掛ぶとんは用いない。）表面の温度分布である。就寝後20分程度で表面温度はほぼ定常状態域に達している。中わたの入っている部分の表面は22°C程度と見られるが、中わたと側布を押えているミシン縫目部分が23~24°Cと高温を示している。中わたがミシン縫目で押えられ、圧縮されているために放熱が多いことを示しているものである。その下に示した(2)は、10°C、70%の室内で、(1)の場合よりも内掛ぶとんが一枚多く用いられている。そのために掛寝具間の空気層が多く、ミシン縫目の温度は17°C前後である。(3)は人工気象室の相対湿度が80%と、より高い場合の

例である。中わた部分の表面温度は $14\sim 15^{\circ}\text{C}$ と推定される。これは室温より約 $4\sim 5^{\circ}\text{C}$ 高い。ミシン縫目部分はそれより 2°C 前後高温を示している。

4. ま と め

10°C で 70%, 80%, 85% の人工気象室におけるポッター型ベッドスケール上に、稲藁の稈を束ねて作製された筏構造のマットレスを敷き、その上に、合繊系掛寝具と合繊混入木綿わた敷ぶとんを重ねて寝床を組み、健康な 18 歳～22 歳の女子学生を寝就させ、その敷寝具側の測定点 18 部位の温度と相対湿度を、「記録計付き温湿度変換器」を用いて連続に測定記録し、それらの値から水蒸気圧を算出した。併せて、就寝中の人体・寝具の重量変化の測定、サーモグラフィによる掛寝具表面の温度分布、ビデオカメラによる体動の有無の観察を行った。

得られた結果は次の通りであった。

1) 用いた寝具・寝床の「起床時の目覚め感」は、いずれも「保温良好」、「あたたかかった」であった。筏構造マットレスの凹凸も不快感を与えなかった。

2) 人体に近い最内空気層の相対湿度は、上腹部下側が $40\sim 50\%$ で、乾燥状態であった。足部下側の相対湿度は $85\sim 95\%$ と最も高かった。

3) 水蒸気圧は腰部下側が最も高く、足部下側は最も低かった。足部下側は、相対湿度は高いが温度が低いからである。

4) 就寝に用いた寝具重量は就寝により減少した。その減少量は、人工気象室の相対湿度が 85% と高くなると少なくなった。

5) サーモグラフィによる外掛ぶとん表面の温度分布を観察した結果、中わたと側布を押えるためのミシン縫目からは、中わたが圧縮されるために放熱が増していることが確認された。

謝 辞

本実験にあたり人工気象室の準備、就寝者の選択に多大なご協力をいただいた金沢大学医学部第一生理平田耕造講師、金沢大学教育学部家政教育関川幸子大学院生に厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 多田千代：布団綿の吸湿に関する研究（第 1 報）家政誌 7(3) 101～107, 1956.
- 2) 多田千代：布団綿の吸湿に関する研究（第 2 報）家政誌 7(4) 132～137, 1957.
- 3) 多田千代：寝具管理に関する研究第 2 報，家政誌 9(3) 141～144, 1958.
- 4) 多田千代：布団綿の圧縮性，反撥性に関する 2・3 の実験，新潟大学長岡分校紀要第 4 輯，42～47, 1958.
- 5) 多田千代，盛田テル：「布団わた」（繊維集合体）の湿気拡散係数について，家政誌 11(3) 173～176, 1960.
- 6) 多田千代：就寝時における寝具内蒸気圧・その他の変化について，新潟大学長岡分校紀要十周年記念論文集，130～134, 1960.
- 7) 多田千代：透湿過程よりみた寝具の衛生学的研究。
（第 1 編）各種「ふとんわた」の透湿過程に関する実験的基礎研究，日本公衛誌 7(11)1095～1103, 1960.

- (第2編)「ふとん」の就寝時における吸湿と透湿、ならびにその管理に関する考察、日本公衛誌 7(11)1103~1110, 1960.
- 8) 多田千代, 高橋類子: 新潟県における冬期の就寝状況について (第1報) 日本家政学会, 第16回総会講演, B-66, 1964.
 - 9) 多田千代, 清水信子: 雪国農村の寝具改善—寝室の実態, および寝台利用についての志向調査—日本家政学会, 第22回総会講演, C-86, 1970.
 - 10) 多田千代, 滝沢行雄, 清水信子: 雪国に適した住生活様式 (特に寝室空間における) に関する研究, 新潟県農林部農家生活技術連絡研究報告書—その4—, 1971.
 - 11) 多田千代: 雪国のふとんや衣類と合成繊維, 織消誌 4(1)36~37, 1963.
 - 12) 多田千代: 雪国の衣生活, 新潟県民百科辞典, 1042~1043, 野島出版, 1977.
 - 13) 多田千代: 透湿の視点よりみた「寝構造の敷寝具」の衛生学的検討, 民族衛生 45(4)146~152, 1979.
 - 14) 多田千代: 〈総説〉寝具—健康の視点より—, 民族衛生 45(5)170~180, 1979.
 - 15) 〈講演〉寝具の吸湿と透湿, 第8回人間—熱環境系シンポジウム, 東京. 空気調和・衛生工学会, 1984.
 - 16) 多田千代: 〈論説〉北陸における寝具の吸湿と透湿, 金沢大学日本海域研究所, 19, 99-122, 1987.
 - 17) 多田千代: 寝具, 保健の科学, 31(4), 226-232, 1989.